



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ilari Laaksonen

W L32-MOOTTORIN VOITELUÖLJY-
MODUULIN JÄÄHDYTYSVESIKA-
NAVIEN KEHITTÄMINEN

Tekniikka ja liikenne

2015

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Ilari Laaksonen
Opinnäytetyön nimi	W 32L- moottorin voiteluöljymoduulin jäähdytysvesikanavien kehittäminen
Vuosi	2015
Kieli	suomi
Sivumäärä	31
Ohjaaja	Hannu Hyvärinen

Tämä opinnäytetyö käsittelee W L32-rivimoottorin voiteluöljymoduulin jäähdytysvesikanavien parannus- ja kehitystyötä. Työn tilaajana on Wärtsilä Finland Oy Ship Power. Tavoitteena oli optimoida jäähdytysvesikanavien tyhjennysaukkojen sijaintia ja valuseinämien muotoilua, jotta voiteluöljymoduulin tyhjennys koeajon jälkeen tapahtuisi paremmin.

Opinnäytetyössä selvitetään ongelman taustalla olevia, jäljelle jäävän veden aiheuttamia ilmiöitä, jotka ovat korroosio ja bakteerimassan muodostuminen. Käytännön työ ja suunnittelu, tehtiin kokonaisuudessaan 3D-ohjelmiston avulla. Työssä käytettiin erilaisia mallinnustekniikoita ja ohjelmiston sisäisiä analysointityökaluja. Lisäksi työn etenemisen kannalta oli tarpeellista tutustua aiheeseen liittyviin aikaisemmin tehtyihin selvityksiin. Tuloksena saatiin jäähdytysvesikanavien osalta parannettu versio nykyisestä voiteluöljymoduulista.

Työssä oli haasteita, mutta hyvä asiantuntemus toimeksiantajan taholta auttoi pääsemään hyvään lopputulokseen. Työstä tehty raportti jäi toimeksiantajalle ja on ohjeena muutostyön toteuttamista varten.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Machinery and Production Engineering

ABSTRACT

Author	Ilari Laaksonen
Title	Product development for W L32 lubricating oil module
Year	2015
Language	Finnish
Pages	31
Name of Supervisor	Hannu Hyvärinen

This thesis describes the process of improving and developing the water cooling system of the lubricating oil module in W L32 line engines. The development work has been ordered by Wärtsilä Finland Oy Ship Power. The aim of this thesis was to optimize the draining holes location and design of the separating walls of the water cooling system in order to make the drainage of the lubricating oil module after test drive more complete.

This thesis also describes phenomenon that lie behind the problem, such as corrosion and formation of bacteria caused by the remaining water. The practical part of this thesis, of which the results are derived from, was made entirely with 3D software. Different modeling techniques were used, as well as software-based analyzing tools. It was necessary to study previously made reports on the subject to ensure the smooth progress of this project. As a result, a new and improved version of the currently used water cooling system in the lubricating oil module was produced.

There were challenges on the way, but the client's excellent expertise helped to gain a good result. The report based on the findings of the project remains with the client and is going to act as a guideline for future modifications.

Keywords Product development, 3D-modeling, oil cooler, water cooling system

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	7
2	VOITELUÖLJYMODUULIN KEHITYSTYÖN TAUSTAA	9
3	YRITYSESITTELY	11
	3.1 Wärtsilä Vaasassa	11
	3.2 Ship Power	11
4	WÄRTSILÄN MOOTTORITYYPIT	12
	4.1 V-moottorin erot rivimoottoriin nähden	12
	4.2 W 32-moottori.....	12
5	VALMISTUSMENETELMÄN VAIKUTUS VOITELUÖLJYMODUULIN TYHJENTYMISEEN	14
	5.1 Valmistusmenetelmän valinta.....	14
	5.2 Valaminen valmistusmenetelmänä	14
6	RAKENTEIDEN KUIVATTAMINEN	16
	6.1 Natriumpolyakrylaatti	16
	6.2 Silica gel.....	17
7	VEDEN AIHEUTTAMIA ILMIÖITÄ VOITELUÖLJYMODUULIIN	18
	7.1 Korroosion syntyminen.....	18
	7.2 Biomassan muodostuminen veteen.....	19
8	PROJEKTIN TOTEUTUS JA TUOTOKSET	21
	8.1 Suunnitelman teko	21
	8.2 Suunnitelman toteutus.....	21
	8.2.1 Vesitilojen analysointi.....	21
	8.2.2 Vesitilojen tilavuuden mittaaminen	22
	8.2.3 Kanavien seinämien muuttaminen	23
	8.2.4 Tyhjennyskanavien lisääminen	24
	8.3 Raportointi ja tulosten käyttäminen	27
9	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTAA	28
	LÄHTEET	30

KUVALUETTELO

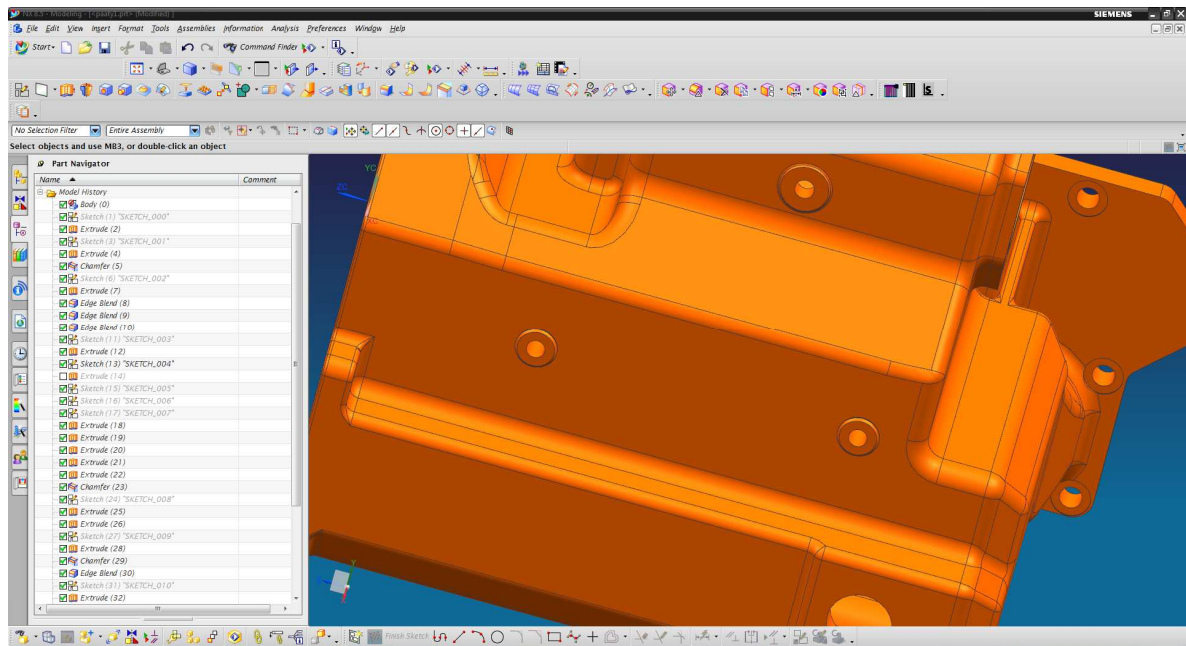
Kuva 1 Siemens NX PLM Software, käyttöliittymä.....	8
Kuva 2 Voiteluöljymoduuli.....	9
Kuva 3 W L32-moottori.....	13
Kuva 4 Korroosio- ja bakteerikasvustoa	19
Kuva 5 Vesijäämät	23
Kuva 6 Seinämän nykyinen muotoilu	24
Kuva 7 Seinämän uusi muotoilu ja ulkosivun tulpat.....	24
Kuva 8 Moottorilohkon liittynät.....	25
Kuva 9 Sulkulaipan tyhjennyskanava	25
Kuva 10 Termostaattipäädyn uusi kanava.....	26
Kuva 11 Öljypäädyn uusi kanava.....	26

1 JOHDANTO

Koeajon jälkeen moottorin voiteluöljyn jäähdytysmoduuliin jää tyhjennystulppien ja -laippojen avaamisenkin jälkeen vettä. Jonkin ajan kuluttua, kun moottori odottaa asiakkaalle toimittamista, kanaviin jäänyt vesi alkaa syövyttää seinämiä sekä bakteerimassaa alkaa kasvamaan. Nämä aiheuttavat moottorin toimittajalle huolto- ja korjauskustannuksia. Tässä opinnäytetyössä tutkitaan voiteluöljymoduulin jäähdytysvesikanavien parannusmahdollisuuksia. Tarkoituksena on, että koeajon jälkeen kun moottori tyhjenetään jäähdytysvedestä, vesikanavistoon jäisi entistä vähemmän vettä. Tämä tutkimus tehdään W 32-rivimoottoreille

Tutkimustyön suorittamisen apuvälineenä vesitaskujen paikantamiseen käytetään Siemens PLM Software NX-3D-mallinnusohjelmistoa (**Kuva 1.**).

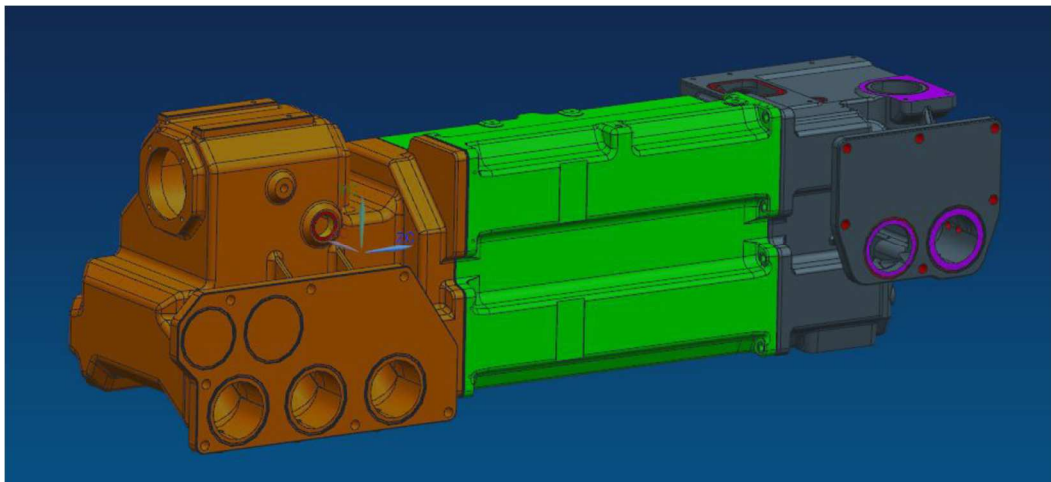
Työn tavoitteena on saada vesikanavat muotoiltua siten, että kanavistoon jäävä vesi vähenisi sellaiseen määrään, joka voitaisiin kuumailmapuhaltimen tai paineilman avulla kuivata. Lisäksi tavoitteena on saada enemmän ja parempiin paikkoihin sijoitettuja, helpommin aukaistavia terästulppia. Lopullisena tuloksena halutaan saada aikaan raportti, josta ilmenee tutkimuksen tuloksiin perustuvat tarkat muutosehdotukset sekä tehtävien toimenpiteiden laajuus, jotta muutostyö voitaisiin suorittaa. Raportteja tehdään kaksi kappaletta, toinen raportti eli tämä opinnäytetyö, on tarkoitettu koulua varten ja toimeksiantajaa varten tehdään erillinen, vain yrityksen käyttöön tarkoitettu raportointi työn tuloksista.



Kuva 1 Siemens NX PLM Software, käyttöliittymä

2 VOITELUÖLJYMODUULIN KEHITYSTYÖN TAUSTAA

Voiteluöljymoduulin (**Kuva 2.**) tarkoitus on pitää siellä kiertävän jäähdytysveden avulla moottorin voiteluöljyn lämpötila sellaisena, että sen voiteluominaisuudet pysyvät optimaalisena moottorin käyttölämpötilassa sekä suodattaa öljy. Voiteluöljy jäähdytetään LT- vedellä, joka kiertää vastakkaiseen suuntaan öljyyn nähden sen ympärillä. W L32-moottoreissa käytetään voiteluöljymoduulista neljää erilaista kokoonpanoa, riippuen siitä, mikä design-stage on kyseessä, sekä miten turboahdin on sijoittuneena kokoonpanossa. Moottorin koosta riippuen voiteluöljymoduulin koko muuttuu siten, että lauhdutinputkiston kotelointiosan pituus moduulin keskellä kasvaa kun sylinteriluku kasvaa. Muutamista erilaisista kokoonpanoista huolimatta kaikki, muutostyöt voidaan suunnitella yhtä voiteluöljymoduulin kokoonpanoa käyttämällä, koska päätykappaleet joihin muutostyö tehdään, ovat jokaisessa kokoonpanossa samat.



Kuva 2 Voiteluöljymoduuli

Wärtsilän valmistamassa W L32-moottorissa olevaa voiteluöljymoduulia on tehty jo jonkin aikaa nykyisellä muotoilulla. Kun moduuli koeajon jälkeen tyhjenetään nykyisten tyhjennyskanavien avulla, moduuli ei tyhjene riittävän hyvin. Vääränlainen muotoilu on tähänastisen valmistuksen aikana aiheuttanut huomattavia huolto- ja korjauskustannuksia. Lisäksi asentajat ovat antaneet palautetta koeajon jälkeisen tyhjennyksen haasteista. Suurin syy parannustyön aloittamiselle oli kui-

tenkin komponenttien merkittävä ruostuminen kuljetuksen jälkeen jo ennen moottoreiden käyttöönottoa telakalla.

Ongelma esiintyy koko jäähdytysjärjestelmässä, mutta opinnäytetyöni käsittelee ainoastaan voiteluöljymoduulia. Saadun palautteen perusteella Wärtsilässä on ryhdytty toimenpiteisiin ongelman ratkaisemiseksi.

Päädettiin ratkaisuun, jossa tehtäisiin pieniä valumuutoksia ja lisättäisiin tyhjennyskanavia. Näiden muutosten avulla voitaisiin koko jäähdytysveden määrä tyhjentää voiteluöljymoduulin jäähdytysvesikanavista niin, että viimeistelevä kuivaus voitaisiin suorittaa paineilman tai kuumailmapuhaltimen avulla. Parannustyöstä on tehty toimeksiantajalle raportti, josta ilmenee muutoskohteet sekä muutoksien toteutus.

3 YRITYSESITTELY

Wärtsilä Finland Oyj on perustettu vuonna 1834 Tohmajärvelle. Alun perin saha-teollisuudesta lähtenyt yritys on nykyään konepajateollisuuden tunnetuimpiin kuuluvia yrityksiä. /9/ Tällä hetkellä Wärtsilä valmistaa moottoreita merenkulun tarpeisiin ja voimalaitoksiin sähkön tuottoa varten. Lisäksi yritys toimittaa propulsio- ja ohjausjärjestelmiä sekä muun muassa pakokaasun puhdistamiseen tarkoitettuja laitteistoja. /2/ Vuonna 2014 Wärtsilä työllisti maailmanlaajuisesti hieman alle 18 000 työntekijää ja niistä noin 3 600 henkilöä työskentelee Suomessa. Suomessa toimipisteet sijaitsevat Helsingissä, Turussa, Espoossa ja Vaasassa. Vuonna 2014 liikevaihto oli n. 4,6 miljardia euroa. /10/

3.1 Wärtsilä Vaasassa

Wärtsilä osti Vaasassa sijaitsevan Onkilahden konepajan vuonna 1936 ja aloitti näin toimintansa Vaasassa. /9/ Vaasan Wärtsilään kuuluu tuotanto- ja suunnittelu-yksiköitä. Tällä hetkellä suurimmat tuotantoyksiköt sijaitsevat Vaasassa ja Italian Triestessä. Lisäksi Wärtsilän tuotekehitysyksikkö sijaitsee Vaasassa kaupungin tuotantoyksikön yhteydessä. Muita Wärtsilän yksiköitä on Runsorin teollisuusalueella. Runsorin toimipisteissä ei ole tuotantoyksiköitä. Runsorin teollisuusalueella sijaitsevat Ship Power, Services ja Power Plants.

3.2 Ship Power

Wärtsilä Ship Power on tämän opinnäytetyön tilaaja. Se työllistää maailmanlaajuisesti noin 5 600 työntekijää. Suomessa Ship Power työllistää noin 2 000 työntekijää. Ship Power toimittaa voimantuottoyksiköitä muun muassa kauppamerenkulun ja sotilasmerenkulun tarpeisiin. Lisäksi offshore-, risteily- ja erikoisalukset, kuten kalastuslaivat, saavat osansa Wärtsilän toimittamista generaattoriyksiköistä tai päämoottoreista. Ship Powerin liikevaihto vuonna 2014 oli 1,7 miljardia euroa. /3/

4 WÄRTSILÄN MOOTTORITYYPIT

Wärtsilä valmistaa diesel-, kaksoispolttoaine eli dualfuel- ja kaasumoottoreita energiantuottoon sähkövoimaloihin sekä laivoihin. Wärtsilän valmistamat keskinopeat dieselmoottorit ovat W20, W26, W32, W38, W46 ja W46F. Dualfuel-moottoreita ovat W20DF, W34DF, W50DF. /1/. Kaasumoottoreita ovat W34SG ja W50SG. Wärtsilän moottorityypit nimetään sylinterin halkaisijan mukaan siten, että nimessä esiintyvä numero tarkoittaa sylinterin halkaisijaa ja numeron edessä esiintyvä kirjain ilmaisee, ovatko sylinterit V-muodossa vai rivissä. V-kirjaimella merkitään V-moottorit ja L-kirjaimella rivimoottorit. Esimerkkinä W6L32 tarkoittaa kuusisylinteristä rivimoottoria jossa sylinterin halkaisija on 320 mm.

4.1 V-moottorin erot rivimoottoriin nähden

V-moottorissa sylinterit on sijoitettu kampiakselista katsottuna V:n muotoiseen asentoon. V-moottori on lyhyempi, koska sylinterit sijoittuvat pareittain. Rivimoottorissa kaikki sylinterit ovat samassa linjassa. Eroista huolimatta molempia moottorimalleja käytetään laivoissa ja voimalaitoksissa.

4.2 W 32-moottori

Wärtsilän valmistama W 32-moottori on keskinopea nelitahtinen diesel-moottori. Käyntinopeus 750 rpm. W L32-moottori tuottaa 500-580 kW/sylinteri. W 32-moottorissa käytettävät polttoaineet ovat marine diesel oil (MDO), heavy fuel oil (HFO) ja nestemäiset biopolttoaineet. W 32-moottoria valmistetaan 6-18 sylinterisinä versioina (**Kuva 3.**). /13/ Tämä opinnäytetyön laajuus on rajattu kattamaan W 32- moottoreista ainoastaan rivimoottorit ja niissä käytetyt voiteluöljymoduulit.



Kuva 3 W L32-
moottori.

/14/

5 VALMISTUSMENETELMÄN VAIKUTUS VOITELUÖLJYMODUULIN TYHJENTYMISEEN

Voiteluöljymoduuli valmistetaan valamalla. Nykyisen voiteluöljymoduulin jäähdytysvesikanavissa on valukynnyksiä, jotka estävät veden vapaan virtaamisen tyhjennystä suoritettaessa.

5.1 Valmistusmenetelmän valinta

Valamista käytetään valmistusmenetelmänä useimmiten sellaisissa valmistettävissä kappaleissa, joissa on tuotteen sisään jääviä monimutkaisia muotoja. Valamalla voidaan valmistaa myös vastapäästöllisiä muotoja. Valamista käytetään valmistusmenetelmänä myös silloin, kun valettavissa kappaleissa on sellaisia muotoja joita ei koneistusmenetelmillä pysty valmistamaan. /11/

5.2 Valaminen valmistusmenetelmänä

Kaikenlaisien valukappaleiden valmistamiseen tarvitaan muotti. Menetelmiä ovat esimerkiksi kertamuottivalaminen ja kestopuottivalaminen. Kertakäyttöisen muotin valmistamiseen käytetään yleensä muottihiekkaa. Lisäksi käytössä on myös kipsimuotteja ja keraamisia muotteja. Kestomuotit valmistetaan useimmiten metalliseoksista, mutta myös keraamisia muotteja käytetään kestoalumenetelmässä. Jos muotti suunnitellaan ja tehdään huolellisesti, lähes millainen tahansa kappale voidaan valmistaa valamalla. Useimmiten valukappaleen materiaalina käytetään erilaisia rauta-, teräs- ja alumiiniseoksia. Lisäksi eräät kupariseokset, kuten alumiinipronssi, tinapronssi sekä messinki ovat yleisiä. Kestomuottimenetelmällä tehdyt kappaleet ovat mittatarkempia verrattuna esimerkiksi hiekkamuotilla tehtyyn kappaleeseen. /12/

Oikein käytettäessä, valmistusmenetelmänä valaminen on melko edullinen. Lisäksi se on nopein tapa saada valmis tuote käyttöön. Toisaalta yksittäisen tuotteen valaminen on melko kallista, koska mallin ja muotin valmistuskustannukset ovat kalliita. Yleensä teräksestä valmistettuun valukappaleeseen joudutaan eri työstömenetelmillä tekemään muutoksia, kuten tarkasti mitoitettuja tiivistyspintoja,

muita tarkasti mitoitettuja seinämiä tai reikiä. Myös nämä toimenpiteet lisäävät kappaleen hintaa. Suurissa valuerissä kustannukset pysyvät suhteellisen pieninä valettua kappaletta kohden. /12/

Jos kyseessä olisi yksittäinen tapaus, muutos olisi edullisinta tehdä pelkästään työstömenetelmillä kuten jyrsintä ja poraus, ettei muottia tarvitsisi muuttaa. Voiteluöljymoduulin tapauksessa on kuitenkin kyse sarjatuotannosta, joten muutosten tekeminen työstömenetelmin ei ole kannattavaa koska mm. jyrsintä on kallis työstömenetelmä. Lisäksi se on hankalaa, koska kappaleen sisällä olevien seinämien muuttamisella saadaan ratkaisevasti vähennettyä veden jäämistä vesikanaviin. Reiät tehdään siten, että tiivistyspinta on hieman koholla muusta pinnasta, joten jokaisen lisättävän reiän kohdalle joudutaan lisäämään kierrettävän tulpan tarvitsema tiivistyspinta.

Toisaalta, jos valamiseen käytetään suuren tarkkuuden omaavaa menetelmää, kuten tarkkuusvalua tai painevalua, voidaan jälkityöstöä vähentää tai joissain tapauksissa jopa jättää pois. /11/

6 RAKENTEIDEN KUIVATTAMINEN

Rakenteiden kuivaamiselle ja kuivana pitämiselle on kehitetty monenlaisia menetelmiä. Yhtenä yksinkertaisimmista menetelmistä voidaan pitää ilmavirran mukana haihduttamalla tapahtuvaa kosteuden poistamista. Voiteluöljymoduulissa vesikanavat ovat suljettuna, joten monikaan yksinkertaisista menetelmistä ei sovellu voiteluöljymoduulin kuivattamiseen.

Voiteluöljymoduulin näennäisesti täydellinenkin tyhjentyminen jäähdytysvedestä jättää kosteutta ja pieniä pisaroita kappaleen pinnoille. Veden kanssa kosketuksissa olevat pinnat jäävät väistämättä kosteiksi, jolloin veden aiheuttamat vauriot alkavat muodostua ajan myötä. Kun kysymyksessä on suljettu tila, ei haihtumistaakaan pääse tapahtumaan siinä määrin, että se vaikuttaisi korroosion syntymiseen. Teollisuudessa käytetään erilaisia kosteuden poistamiseen tarkoitettuja kemiallisia aineita. Voiteluöljymoduulin kuivattamisessa absorboivan aineen käyttö kuten natriumpolyakrylaatti, tyhjennyksen jälkeen voisi tulla kysymykseen.

Pitkän säilytysjakson aikana suurtenkin lämpövaihteluiden vuoksi kosteutta saattaa muodostua runsaasti kaikkien rakenteiden pinnoille. Kuljetuksen aikana, varsinkin meriteitse, kosteuden lisäksi valtamerien suuri suolapitoisuus aiheuttaa ongelmia. Ulkopinnat voi kuitenkin kuljetuksen jälkeen melko helposti pestä makealla vedellä. Voiteluöljymoduulin sisäisten pintojen kosteuden eliminointi tyhjennyksen jälkeen on haastavaa. Jos käytetään absorboivaa raetta, se on poistettava vesikanavista ennen ensimmäistä käyttöä. Absorboivien rakeiden jäämät voivat tukkia kanavien pienempiä osia ja sitä kautta tuhot voivat olla moninkertaiset kyseiseen ongelmaan verrattuna. Silti absorboivan rakeen tai jauheen käyttö suunnitellusti voisi olla ratkaisu kosteuden sitomiseen säilytyksen tai kuljetuksen aikana.

6.1 Natriumpolyakrylaatti

Natriumpolyakrylaatti on polymeeri joka pystyy absorboimaan painoonsa nähden jopa 800 kertaisen määrän tislattua vettä, mutta kuitenkin vain 300 kertaisen määrän vesijohtovettä, koska vesijohtovesi sisältää natriumia, kalsiumia ja muita suoloja. Natriumpolyakrylaatti absorboi vettä osmoosin avulla. /7/

Natriumpolyakrylaattia käytetään monessa teollisuuteen ja kuluttajille suunnatussa sovelluksissa, esimerkiksi sitomaan vettä kertakäyttövaipoissa. Sitä voidaan käyttää myös kosteuspyyhkeissä ja kastelukiteissä. /2/

Kun tyhjennyksen jälkeen voiteluöljymoduulin pinnoilla on ainoastaan pieniä pisaroita, vähäiselläkin määrällä natriumpolyakrylaattia voidaan pystyä sitomaan vesikanaviin jäävä kosteus. Natriumpolyakrylaattia on saatavissa jauheena, jolloin mahdolliset pienet jäämät poiston yhteydessä eivät aiheuta tukkeumia. Natriumpolyakrylaatti ei ole myrkyllinen aine, mutta saattaa aiheuttaa ihoärsytystä. Tällä kemikaalilla voidaan poistaa ainoastaan vesipisaroiksi tiivistynyttä kosteutta.

6.2 Silica gel

Vaikka Silica gel –nimi viittaa hieman toisenlaiseen olomuotoon, se on silti kiinteää ja kovaa ainetta. Silica geliä eli amorfista piioksiidia, käytetään muun muassa elektroniikkalaitteiden säilytykseen sitomaan kosteutta pakkauksen sisällä. /6/

Silica gel eroaa toiminnaltaan natriumpolyakrylaatista. Silica gelille on ominaista kosteuden sitominen suoraan ilmasta. Kun Silica gel on sitonut itseensä kosteuden, se voidaan regeneroida eli ottaa uudelleen käyttöön, kunhan sitä on ensin lämmitetty uunissa jonkin aikaa. Regeneroinnin jälkeen Silica geliä voi taas käyttää kosteuden sitomiseen. Usein silica geliin lisätään indikaattoriväriä, jotta nähdään sen käyttöaste. Kun väri on muuttunut kauttaaltaan, aine ei enää ime kosteutta. Käytettäessä indikaattorivärejä, Silica gelistä tulee myrkyllistä, joten sitä on käsiteltävä sen mukaisesti. Silica gel valmistetaan synteettisesti natriumsilikaatista. /6/

7 VEDEN AIHEUTTAMIA ILMIÖITÄ VOITELUÖLJYMODUULIIN

Koska voiteluöljymoduulin vesikanavat ovat koeajon jälkeen vain osittain täyttyneenä vedestä, voiteluöljymoduulissa veden ja ilman rajapintaan alkaa muodostumaan mikrobikasvustoa ja myöhemmin korroosiota (**Kuva 4.**).

Veden vaikutukset valumetalleille ja muille korroosiota kestäättömille materiaaleille on pitkän aikavälin kuluessa väistämättömiä. Suurimmaksi ongelmaksi muodostuu ajan kuluessa korroosion muodostuminen materiaalin pinnoille. Niitä pyritään vähentämään veteen lisättävien kemikaalien avulla, joita ovat pääasiassa korrosion estoon tarkoitetut kemikaalit.

7.1 Korroosion syntyminen

Korroosiota syntyy, kun suojaamaton rautametalli on kosketuksissa hapen ja veden kanssa. Käsittelemättömään mustarautaan muodostuu korroosiota jo pelkästään ilman kosteuden vaikutuksesta, kosteuden ollessa yli 60 %. Vaikka ilman kosteus olisi alle 60 %, epäpuhtaudet metallin pinnalla ja ilmassa nopeuttavat korroosiotointaa. Seostamalla teräksiä saadaan paremmin korroosiota kestäviä teräslaatuja. /4/

Veden alla korroosion kehittymiseen ja sen nopeuteen vaikuttavat muun muassa veden virtaaminen ja mikrobitoiminta. Lisäksi veden happipitoisuudella on merkitystä korroosion syntymiseen. /4/

Voiteluöljymoduulissa korroosio aiheuttaa materiaalin syöpymistä. Lisäksi bakteerimassa lisää korroosion vaikutusta. Korroosion syntyminen ja sen eteneminen voidaan pysäyttää estämällä elektrolyytin eli kosteuden pääsy metallin pinnalle tai pinnoittamalla metalli. /vrt.4,3/



Kuva 4 Korroosio- ja bakteerikasvustoa

7.2 Biomassan muodostuminen veteen

Talousveden jakeluverkkoon muodostuu bakteerimassaa, joka vaikuttaa lähinnä juomaveden makuun, hajuun ja yleiseen puhtauteen. /8/

Talousveden jakeluverkon olosuhteita voidaan jossain määrin verrata voiteluöljymoduulissa vallitseviin olosuhteisiin, koska sen jäähdytysvetenä käytetään tavallista vesijohtoverkosta saatavaa niin sanottua talousvettä ja moottorin jäähdytysvesilinjat ja muut siihen liittyvät komponentit ovat materiaaliltaan terästä tai valuseoksia..

Puhdistus- ja desinfiointiprosessista huolimatta talousveteen jää mikrobeja, jotka kasvavat niin sanotuissa biofilmeissä. Biofilmi kasvaa nopeasti kaikille pinnoille, joka ovat veden kanssa kosketuksissa. Biofilmi voi olla jopa millimetrien paksuinen, kun toisaalta sitä ei pysty paljain silmin havaitsemaan. Jakeluverkon rautaputkissa voi esiintyä paljonkin kyseistä biomassaa, koska se on osaltaan korroosiotuote. Ajan kuluessa bakteerimassa vain lisääntyy. /8/

Jotta biofilmi muodostuisi, tarvitaan vettä, lämpöä, ravinteita ja suotuisa kiinnittymispinta. Myös virtausolosuhteet vaikuttavat mikrobien kasvuun. Vallitsevalla happitasolla on erityinen vaikutus mikrobien kasvuun. Toiset mikrobit tarvitsevat happea, kun taas toiset selviävät vähemmällä hapella ja pelkistävät sulfaatteja elääkseen. Kiinnittymispinnan materiaalilla on yleinen vaikutus biofilmin muodostumiselle ja säilymiselle. Virtaava vesi ja kiinnittymispinta ovat ravinnonlähteitä biomassan mikrobeille. /8/

Biofilmi voi vaikuttaa edullisesti myös korroosion muodostumiseen. Mikrobit nimittäin muodostavat happoja, jotka lisäävät korroosion muodostumista. Elävät mikrobit kuluttavat happea materiaalin pinnalta ja aiheuttavat happikonsentraatioeroja, jolla on myös yhteys korroosion muodostumiseen. Niin sanotut rautabakteerit voivat aiheuttaa mikrobiologisia korroosionystyröitä valurauta- ja hiiliteräspinnoille. Nystyröiden alle muodostuu kuoppa ja siitä voi seurata jopa putken puhki kulumisen. /8/

8 PROJEKTIN TOTEUTUS JA TUOTOKSET

Työ eteni pääosin suunnitellusti aloittamisajankohdasta huolellisen suunnittelun ja muutostyön toteutuksen jälkeen toimeksiantajalle jäävän raportin julkaisuun. Toimeksiantajalle jäävä raportti julkaistaan sisäisen julkaisu- ja arkistointityökalun avulla luettavaksi. Seuraavissa kappaleissa on selostettu työn etenemisen kannalta oleelliset asiat ja syvennytty niihin siten, että tuotekehitysprosessin työvaiheet tulevat selkeästi esille. Tuotekehitysprojektin etenemiseen vaikutti erityisesti loppua kohden kiristynyt aikataulu.

8.1 Suunnitelman teko

Ennen voiteluöljymoduulin muutostyön aloittamista oli tutustuttava asiaan liittyviin jo tehtyihin selvityksiin. 3D-mallit oli muutettava NX-yhteensopiviksi, jotta niitä pystyi tarkastelemaan parhaimpien mahdollisten tyhjennyspaikkojen löytämiseksi. Mallien huolellisen tarkastelun jälkeen oli helppo aloittaa suunnitelman toteutus.

8.2 Suunnitelman toteutus

Suunnittelutyö oli aikaa vaativaa, koska tietyiltä osin mallinnusohjelman käyttäminen oli hankalaa ja siihen täytyi pyytää aika ajoin apua henkilöiltä, joilla NX-ohjelmiston käyttäminen oli jo paremmalla tasolla.

Aiheeseen liittyvien raportteihin perehtymisen ja 3D-mallien tutkimisen jälkeen voitiin aloittaa suunnitelmien toteutus. Toteutus tapahtui 3D-suunnitteluohjelmiston avulla. Muutostyö sisälsi lisätulppien sijoittelun suunniteltuihin paikkoihin ja yhden vesikanaviin liittyvän valuseinämän muuttamisen. Lisäksi laskettiin nykytilanteessa jäljelle jäävän veden määrä.

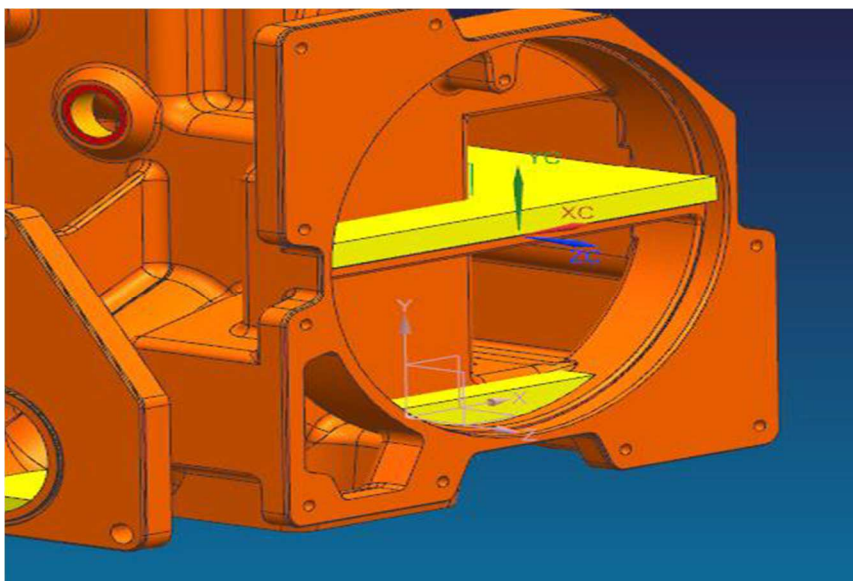
8.2.1 Vesitilojen analysointi

Parhaan analysointituloksen saamiseksi moduulin mallit käännettiin I-deas-yhteensopivasta tiedostomuodosta Siemens NX PLM –Software –ohjelmistolla avattavaksi ja käsiteltäväksi tiedostomuodoksi. Kun komponentit oli muunnettu

käsiteltävään muotoon, tehtiin kokoonpano johon liittyi alun perin kolme komponenttia: termostaattipääty, lauhdutinputkiston kotelointikappale ja toinen päätykappale, jossa kiertää pääasiassa voiteluöljy. Myöhemmässä vaiheessa kokoonpanoon lisättiin myös keskellä olevan kotelointiosan sisälle lauhdutusputkiston 3D-malli. Voiteluöljymoduulin kokoonpanon osia tarkasteltaessa havaittiin, että nykyisissä valuisissa tyhjennysaukot ovat sijoittuneena epäedullisesti tyhjennystä ajatellen. Tutkittavaksi jäi, miten tulpat oli sijoitettava, jotta päästäisiin parhaaseen mahdolliseen tulokseen. Ensin oli selvitettävä arvioimalla ja ohjelmiston työkaluja käyttämällä jäljelle jäävän veden määrä ja vesitaskujen paikat.

8.2.2 Vesitilojen tilavuuden mittaaminen

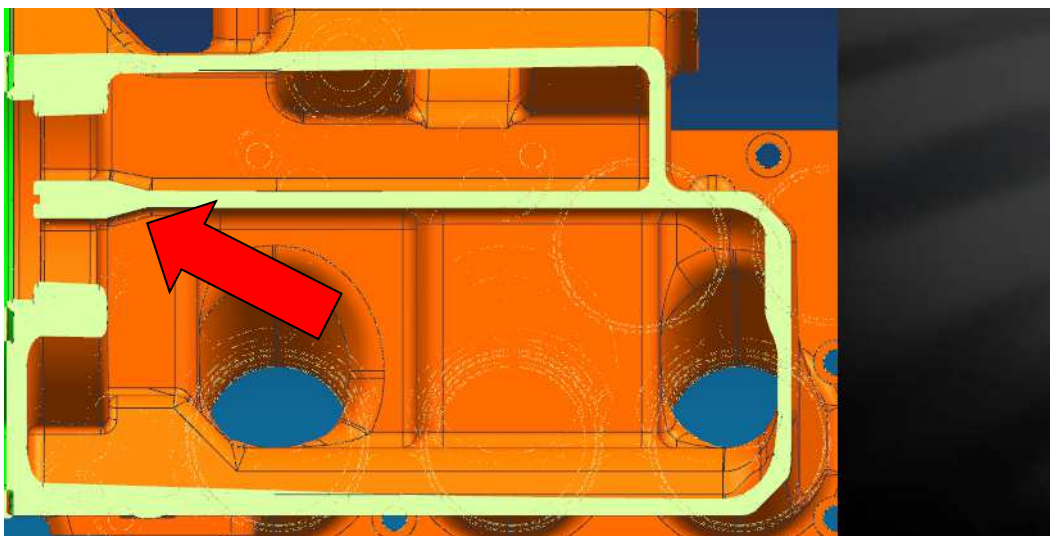
Vesitilat valukappaleen sisältä erotettiin muusta valusta käyttämällä 3D-suunnitteluohjelmasta löytyvää leikkaustyökalua. Työkalun avulla saatiin vesitilat täsmällisesti esiin ja siten voitiin arvioida ja laskea analysointityökalua käyttäen kaikkien vesitilojen kokonaistilavuus. Voitiin myös tarkastella kanavien muodon perusteella, miten vesi jää kanavistoon tyhjennystulppien aukaisemisen jälkeen. Tulppien ja laippojen avaamisen jälkeen vettä jää kanaviin noin viisi litraa (**Kuva 5**).



Kuva 5 Vesijäämät

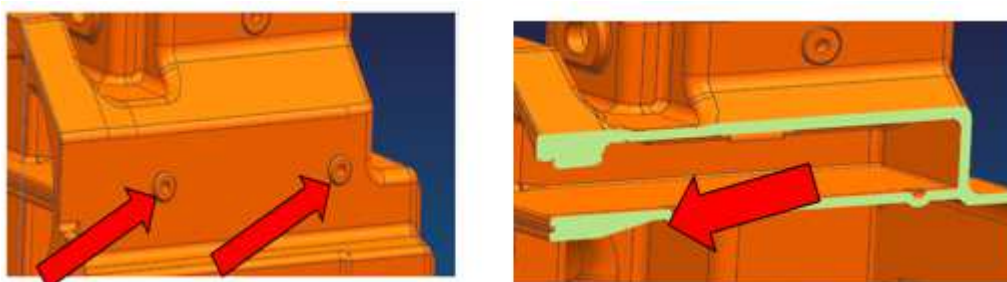
8.2.3 Kanavien seinämien muuttaminen

Voiteluöljymoduuli on valmistettu valamalla. Valmistustekniikan vuoksi voiteluöljymoduulin muutettavassa seinämässä on kynnys, jonka taakse vesi jää makamaan (**Kuva 6**). Edempänä nähdään muutettu muotoilu (**Kuva 7**). Valua muuttamalla saadaan seinämä muotoiltua siten, että vettä jää kanaviin mahdollisimman vähän. Kun muutostyötä alettiin suunnitella, mietittiin luonnollisesti helpointa ja edullisinta ratkaisua muutoksen tekemiselle. Valmistettaessa tuotteita valutekniikalla on edullista tehdä yksinkertaisia muotoja. Tehtäessä muutoksia valukappaleeseen on huomioitava muuttamisesta aiheutuvat kustannukset ja se, ettei yhden paikan muuttaminen aiheuttaisi muihin muotoihin



Kuva 6 Seinämän nykyinen muotoilu

sellaisia muutoksia, jotka vaikuttavat kestävyYTEEN tai valuteknisiin asioihin. Seinämien tulisi parhaan tuloksen saavuttamiseksi pysyä samanpaksuisina, jotta valettava materiaali jakaantuisi ja jähmettyisi tasaisesti.

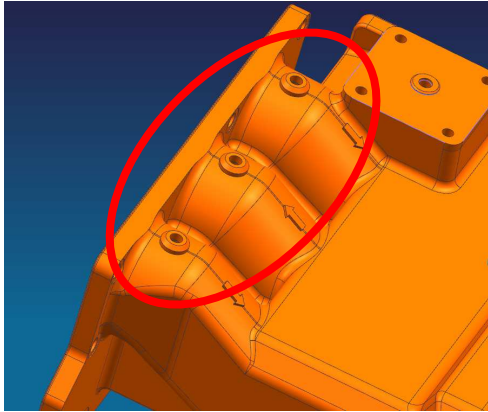


Kuva 7 Seinämän uusi muotoilu ja ulkosivun tulpat

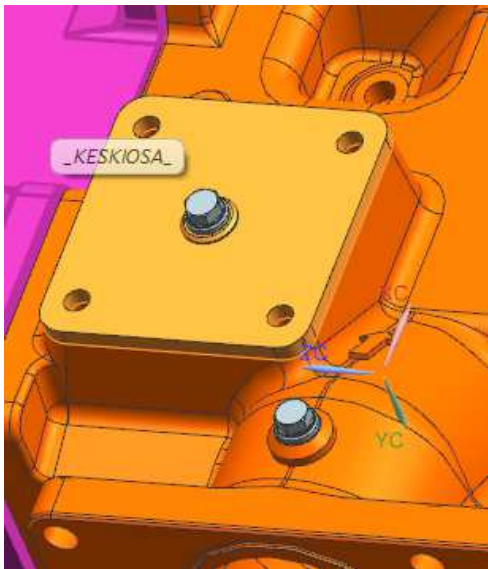
8.2.4 Tyhjennyskanavien lisääminen

Kokoonpanoon lisättiin yhteensä 8 tyhjennysreikää. Käyttämällä suunnitteluohjelmiston työkaluja, reiät saatiin tarkasti paikoitettua oikeille paikoilleen. Reiät sijoiteltiin siten, että termostaattipäädyn ulkosivun pinnassa on kaksi tulpan paikkaa (**kuva 7.**) ja termostaattipäädyn moottorilohkoon liittyvien vesikanavien alapinnassa jokaisessa yksi tulpan reikä (**Kuva 8.**). Lisäksi yksi tulpan paikka sijoitettiin vaihtoehdoisen vesiliitännän sulkulaipan keskelle, jotta asentajilla olisi helpompaa koko laipan sijasta avata vain yksi tulppa (**kuva 9.**). Veden tyhjentymisestä

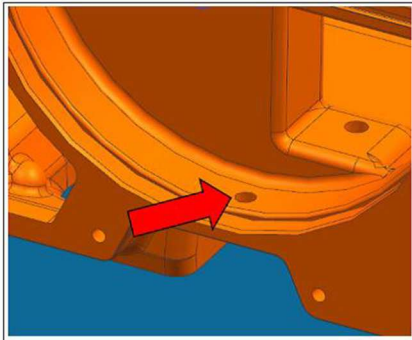
saatiin näin hallitumpaa. Lisäksi öljypäädyn ja termostaattipäädyn lauhdutusputkiston liittymiskohtaan lisättiin molempiin yksi tulppa.(**Kuva 10.**) ja (**Kuva 11.**)



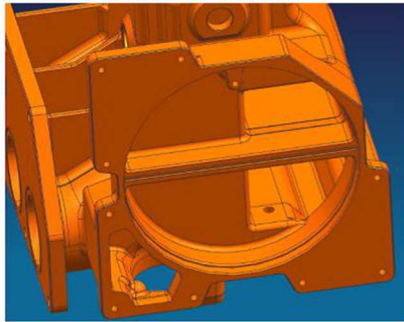
Kuva 8 Moottorilohkon liittynät



Kuva 9 Sulkulaipan tyhjennyskanava



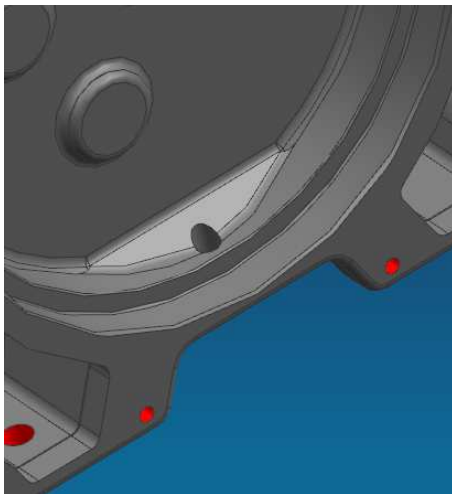
Muutosehdotus



Nykyinen muotoilu

Kuva 4 Termostaattipäädyn ja öljypäädyn suunnittelu

Kuva 10 Termostaattipäädyn uusi kanava



Kuva 11 Öljypäädyn uusi kanava

8.3 Raportointi ja tulosten käyttäminen

Toteutusvaiheen jälkeen tehtiin toimeksiantajan vaatimuksesta raportti. Raportista tuli ilmetä taustatiedot parannustyön tekemiselle. Raportissa kerrottiin myös nykyisestä tilanteesta. Nykyinen tilanne on tutkittu ja raportoitu aikaisemmin ja sen vuoksi siihen ei tarvinnut paneutua kovin syvällisesti. Tärkein asia, joka raportista tuli selvitä oli se, miten tyhjennystulppien lisäys ja muut muutokset oli toteutettu. Raportin kuvat on tuotettu suunnitteluohjelmalla ja sen jälkeen muokattu sellaiseen muotoon, että ne voidaan esittää raporttimuodossa kuvina tekstin tukena. Raportti julkaistiin toimeksiantajan sisäisen arkistointi- ja julkaisutyökalun avulla kaikkien halukkaiden luettavaksi. Ennen raportin virallista julkaisua se tarkistettiin ja hyväksyttiin esimiesten toimesta. Tutkimuksen ja muutostyön tuloksia käytetään valmistettaessa uutta versiota voiteluöljymoduulista. Uudessa versiossa tyhjennysaukot on sijoiteltu tutkimustyön tulosten perusteella.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTAA

Opinnäytetyön tavoite työn alkaessa oli tehdä tarvittavat parannukset voiteluöljymoduulin jäähdytysvesikanavien tyhjennysaukkoihin. Tavoite saavutettiin työn rajauksen puitteissa. Voiteluöljymoduulin parannustyön tuloksena saatiin voiteluöljymoduulin uudistettu malli, jonka perusteella voidaan jatkossa valmistaa paremmin tyhjentävä versio. Tyhjentyvän testausta muutosten jälkeen ei tehty, koska se ei kuulunut opinnäytetyöhön.

Opinnäytetyötä aloittaessani en tuntenut komponenttia. Työn edetessä ja opinnäytetyötä tehdessäni tutustuin voiteluöljymoduulin toimintaan ja sen rakenteeseen melko perusteellisesti. Työ oli mielenkiintoinen ja sitä tehdessä oppi paljon monenlaisilta osa-alueilta, jotka liittyivät työn tekemiseen. Toimeksiantajalta minulla oli apuna ja työtä eteenpäin viemässä erittäin asiantunteva ja asiaan paneutunut työnohjaaja. Ohjaajalta sain paljon hyvää palautetta ja ohjeistusta.

Moottoreihin, joissa on nykyisen kaltaiset voiteluöljymoduulit, on jouduttu tekemään takuuhuoltoja. Huolloista ja muista siihen liittyvistä asioista on tähän mennessä muodostunut työn tilaajalle huomattavan suuria kustannuksia. Tehdyt muutokset vähentävät näitä kustannuksia. Opinnäytetyössäni pohdin myös, mitkä asiat vaikuttavat näiden ongelmien syntymiseen ja miten niitä voisi vähentää muilla keinoin kuin komponenttien muutoksella.

Kun moottori valmistuu, asiakas koeajon jälkeen hyväksyy tuotteen. Sen jälkeen se toimitetaan asennuspaikalle. Toimitus saattaa kestää pitkiä aikoja, jolloin sääolosuhteet ja aika alkavat vaikuttaa. Vaikka vesikanavat olisi alun perin saatu tyhjennettyä ja kuivattua täysin, lämpötilan vaihtelut synnyttävät kondenssivettä kaikille pinnoille.

Bakteerimassa saattaa myös kuivua voiteluöljymoduulin pinnoille. Kun jäähdytysvesijärjestelmä täytetään asennuksen yhteydessä, kuivunut bakteerikanta leviää veden mukana kaikkialle jäähdytysvesijärjestelmään. Bakteerimassa alkaa kasvaamaan räjähdysmäisesti. Lisäksi kuivunut bakteerikasvusto saattaa rikkoa tai tukkia antureita ja muita pieniä komponentteja moottorin sisällä.

Kosteuden kertyminen metallin pinnalle vaikuttaa korroosion syntymiseen. Siksi olisi hyvä, jos voiteluöljymoduuliin saataisiin kehitettyä jonkinlainen kosteutta keräävä patruuna, joka asennettaisiin vesikanavien yhteyteen. Patruunan tulisi kuitenkin olla moottorin ulkopuolella, jotta se olisi helppo poistaa ennen moottorin ensimmäistä käynnistystä. Näin siitä ei myöskään olisi huomattavia haittoja, jos patruuna jäisi paikalleen käynnistettäessä moottori ensimmäistä kertaa koeajon jälkeen. Asentajien tulisi kuitenkin olla erityisen tarkkana kaikkien moottoriin kuulumattomien osien poistamisessa.

Kosteuden keräämiseen tarkoitettu patruuna voisi sisältää edellä työssäni mainittuja natriumpolyakrylaattia tai silica gel-rakeita niiden kosteutta sitovien ominaisuuksien vuoksi.

Jäähdytysvetenä käytetty tavallinen talousvesi sisältää aina mikrobeja, jotka aiheuttavat voiteluöljymoduuliin kasvustoa ja sen myötä korroosiota. Niiden poistamiseksi veteen voitaisiin mahdollisesti lisätä sellaisia puhdistus- ja desinfiointiaineita, jotka pitäisivät mikrobien lisääntymisen kurissa. Tällä hetkellä jäähdytysveteen lisätään korroosiota estäviä kemikaaleja. Tyhjennyskanavien parannuskaan ei takaa täydellistä veden tyhjentymistä, mutta tällä parannuksella pyritään minimoimaan veden määrä öljymoduulissa ja siten saada korroosion muodostuminen siltä osin vähentymään.

LÄHTEET

- /1/ Engines and Generating Sets. Wärtsilä Oyj:n verkkosivut. Viitattu 17.5.2015
<http://www.wartsila.com/products/marine-oil-gas/engines-generating-sets>
- /2/ Kemian opetuksen keskus, Helsingin yliopisto. Superabsorbentit. Opettajan ohje. Viitattu 25.4.2015
http://www.kemianluokka.fi/files/Superabsorbentit_oppilas.pdf
- /3/ Key Figures. Wärtsilä Annual Report 2014.
<http://www.wartsilareports.com/en-US/2014/ar/financials/quick-look/>
- /4/ Korroosio. Teräsrakenneyhdistys. Kai Laitinen, Metropolia Ammattikorkeakoulu. 2012. Viitattu 25.5.2014
<http://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/toiminta/try-pintakasittelyjaosto/korroosio-yleensa/>
- /5/ Products. Wärtsilä Oyj:n verkkosivut. Viitattu 23.4.2015
<http://www.wartsila.com/products>
- /6/ Silica Gel Wikipedia.Free Encyclopedia. Viitattu 10.5.2015
http://en.wikipedia.org/wiki/Silica_gel
- /7/ Super Absorbent Polymer Powder. Carnegie Mellon University. Verkkodokumentti. Viitattu 25.4.2015
<http://www.cmu.edu/gelfand/k12-teachers/polymers/polymer-and-absorption/super-absorb-powder.html>
- /8/ Talousveden kanssa kosketuksissa olevat verkostomateriaalit Suomessa. Kekki Tomi K., Keinänen-Toivola Minna M., Kaunisto Tuija Lunatmo Marja . 2007. Verkkojulkaisu. Viitattu 5.5.2015
http://www.samk.fi/download/27072_Julkaisu1.pdf
- /9/ The History of Wärtsilä. Wärtsilä Oyj:n verkkosivut. Viitattu 23.4.2015
<http://www.wartsila.com/about/history>
- /10/ This is Wärtsilä. Wärtsilä Oyj:n verkkosivut Viitattu 18.5.2015
<http://www.wartsila.com/about>
- /11/ ValuAtlas,Suunnittelijan perusopas TTY opintomoniste, Valamisen edut ja haitat, Tampereen teknillisen yliopiston opintomoniste, kurssi 28451 Valimotekniikka,1992.Viitattu 10.5.2015
http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/perusopas_14.pdf

- /12/ ValuAtlas, Suunnittelijan perusopas Valumenetelmät. Seija Meskanen ja Tuula Höök. 2009 Verkkojulkaisu. Viitattu 15.2.2015
http://www.valuatlas.fi/tietomat/koosteet/valukappaleensuunnittelu/perusopas_03.html
- /13/ Wärtsilä Engines.W 32. Verkkojulkaisu. 2015 Wärtsilä. Viitattu 17.5.2015
<http://www.wartsila.com/docs/default-source/default-document-library/w%C3%A4rtsil%C3%A4-32-brochure.pdf?sfvrsn=0>
- /14/ W L32-moottori. Kuva 2.Viitattu 3.5.2015.
<http://www.wartsila.com/products/marine-oil-gas/engines-generating-sets/diesel-engines/wartsila-32>